

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-158033

(43)公開日 平成5年(1993)6月25日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 2 0	7724-2K		
	5 3 0	7724-2K		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-318989

(22)出願日 平成3年(1991)12月3日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 山元 良高

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 石井 裕

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

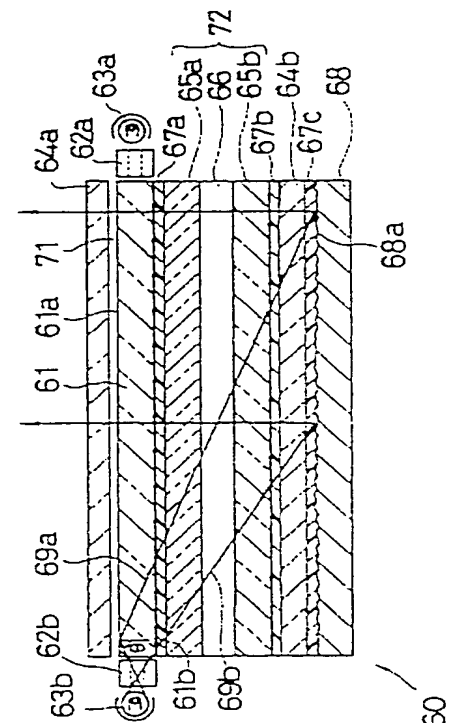
(74)代理人 弁理士 西教 圭一郎 (外1名)

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】 均一性に優れた明るい表示が可能な反射形液晶表示装置を提供する。

【構成】 液晶表示素子72の前面側、すなわち観測者70側に導光板61を配置し、該導光板61の対向する側面の外方側にそれぞれ一対のランプ63a、63bを配置する。さらに、導光板61とランプ63a、63bとの間にランプ63a、63bからの光の上部表面61aへの入射角θを制限するためのコリメータ62a、62bを配置する。すなわち、コリメータ62a、62bによって、上部表面61aへの入射角θを、入射光が全反射し、かつ反射光が下部表面61bで全反射しない角度に設定する。これによって、ランプ63a、63bからの光が直接観測者70に到達することではなく、液晶表示素子72への均一な照明を実現することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板と、該透明基板に対向して配置され、透明基板側からの入射光を反射する反射手段を備えた対向基板との間に、液晶層を介在して構成される液晶表示素子と、

前記液晶表示素子の透明基板側に配置される導光板と、前記導光板の側面に配置される光源とを含み、導光板の屈折率を n とし、導光板の液晶表示素子とは反対側に位置する物質の屈折率を n_1 とし、導光板の液晶表示素子側に位置する物質の屈折率を n_2 とし、導光板の液晶表示素子とは反対側表面への光源光の入射角度を θ としたとき、

$$[数1] \quad n_1 < n \cdot \sin \theta < n_2$$

の条件を満たすことを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ワードプロセッサやパーソナルコンピュータなどのOA（オフィス・オートメーション）機器や、ポータブルビデオテープレコーダのビューファインダ、あるいは画像信号の各種モニタなどに用いられるいわゆる反射形の液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】EL（Electro Luminescence：エレクトロルミネッセンス）やCRT（Cathode Ray Tube：陰極線管）、LED（Light Emmiting Diode：発光ダイオード）などは、自ら発光する表示装置であるのに対し、液晶は自ら発光せず、光を受光して表示する表示装置である。したがって、表示を人間の目に見えるように可視化するためには光源が必要である。従来から、直視形液晶表示装置の光源装置として、多くの方法が提案され、また実用化されている。以下に、主要なものを示す。

【0003】①照明ランプ方式

図5は、照明ランプ方式の光源装置を用いる液晶表示装置の構成例を示す断面図である。ランプ11a、11bは、液晶表示装置12の前面側、側方に配置される。ランプ11a、11bからの光は、液晶表示装置12を透過し、反射板13で反射され、再び液晶表示装置12へ投光され、表示光となる。この照明ランプ方式の場合、光源であるランプ11a、11bを液晶表示装置12の表示面の前面側に設置可能であり、部品点数も少なく、簡便で安価な液晶表示装置である。

【0004】②反射鏡方式

図6は、反射鏡方式の光源装置を用いる液晶表示装置の構成例を示す図である。反射鏡方式は、光の利用効率は高く、高輝度が得られるため、よく利用される方式である。ランプ23の液晶表示装置24とは反対側に反射板22を配設し、ランプ23からの光を効率よく前面（液晶表示装置24側）に放射する。反射板22だけでは高輝度部分がランプ23の周辺に偏り、輝度むらとなりやすい問題があり、拡散板21をランプ23の前面に配設

し、拡散板21の厚みを変えるなどして輝度の均一性を改善する。拡散板21からの光が液晶表示装置24へ投光される。

【0005】③平板形ランプ方式

図7は、平板形ランプ方式の光源装置を用いる液晶表示装置の構成を示す図である。前面ガラス板35および背面ガラス板36の両方の内面に蛍光剤が塗布され、蛍光面31が形成される。蛍光面31の左右両端には、放電電極32a、32bが配設されており、放電電極32a、32b間の放電によって蛍光面31が発光する。蛍光面31からの光が液晶表示装置37に投光される。この平板形ランプ方式はランプ自体が平板状であり、液晶表示装置37の背面側に配設させるだけでよく、光学系が不要なため光の利用効率が高いという利点がある。

【0006】④導光板方式

図8は、導光板方式の光源装置を用いる液晶表示装置の構成を示す図である。ランプ41から放射された光は、透光性の優れたアクリル樹脂などで構成した導光板43の内面での多重反射によって導光される。導光板43の液晶表示装置45とは反対側表面には反射板42が配設されており、ランプ41からの光は前面からのみ拡散板44をとおして取出され、液晶表示装置45に投光される。ここで、ランプ41は、反射板42と図示しないスリットなどを利用して集光し、光の利用効率の向上を図ることが多いが、この光源装置は原理的には導光板の全反射を利用したものではないため、反射板42と前記スリットは光の入射角を制限するものではない。この光源装置は比較的薄形であり、輝度の均一性にも優れるため、携帯形の液晶表示装置を利用した電子機器の薄形化に対応できる。

【0007】⑤EL方式

ELは、薄形、軽量の平面形の光源装置であり、輝度の均一性に優れ、液晶表示装置の光源装置としての特長を備えているが、表面輝度が低い、光色の選択幅が狭い、使用中の色劣化が速いなどの欠点を有しており、液晶表示装置のカラー化に伴って蛍光ランプにおき換えられてきた。しかしながら近年、高輝度、高寿命化のELの開発が進んでいることもあり、液晶表示装置の薄形化に伴い、ELランプが再度見直されている。

【0008】⑥透明反射板方式

図9は、透明反射板方式の光源装置を用いる液晶表示装置の構成を示す図である。ランプ51から放射された光は、液晶表示装置52の前面（観測者55側）に配設された前面反射板54で反射され、液晶表示装置52を透過し、背面反射板53で反射され、再度液晶表示装置52を透過し、前面反射板54を透過した後、液晶表示装置52を見る観測者55に到達する。この光源装置を用いた液晶表示装置はまだ実用化されていない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】近年、ワードプロセッ

サ、パーソナルコンピュータなどのOA機器の小形化、ポータブル化が進んでいる。ポータブル形の機器では持ち運びの簡便性を考えると薄形化、軽量化が必須条件であり、キーボードや表示装置、電池などの薄形化、軽量化が急速に進んでいる。一方、消費電力の低減も重要であり、反射形液晶表示装置は、照明の整った環境下では外光のみで表示を見ることができ、光源装置の取付けられていない表示機器が広く使われている。しかしながら、この種の液晶表示装置では周囲の照明が暗くなると表示が見にくくなり、使用に支障を来す問題がある。

【0010】これらの問題を解決するためには、軽量、薄形であり、かつ表示装置全面にわたって均一に照明することができる光源装置を備えた反射形液晶表示装置が必要である。反射形液晶表示装置では、背面側から照明できないため、表示面の前面に透明な光源装置を配置しなければならない。透明な前置形光源装置を搭載した反射形液晶表示装置は、周囲の照明が明るい場合は機器内蔵の光源装置を使用せずに外光のみで表示を見ることができ、周囲の照明が不十分な場合には機器内蔵の光源装置を使用するなど、必要な場合のみ光源装置を用いることができるため、消費電力の低減が図られる。

【0011】上述の6種類の従来技術の場合、②反射鏡方式、③平板形ランプ方式、⑤EL方式は、いずれも構造上、光源装置を液晶表示装置の前面に設置できない。また④導光板方式は、反射板があり、光源装置が透明でないため、前置できない。

【0012】①照明ランプ方式、⑥透明反射板方式では、ともに液晶表示装置の前面に設置が可能であるが、均一な照明が難しいという問題がある。また、⑥透明反射板方式では、光源装置が大形で厚くなるという問題がある。加えて、偏光板を用いる表示モード、たとえばTN-LC (Twisted Nematic Liquid Crystal)、STN-LC (Super Twisted Nematic LC) などでは、液晶表示素子内の液晶分子を初期配向として90度〜270度ねじり、2枚1組の偏光板の間に液晶表示素子を配置し、その液晶表示素子の光学的性質、すなわち無電界時の旋光特性と電圧印加時の旋光解消特性とを利用して表示を行うものであるが、上記の①照明ランプ方式、⑥透明反射板方式では2枚の偏光板の外側に光源装置を設置しなければならないため、光源光は各偏光板を2回ずつ、合計4回通過することになる。このため偏光板での光の吸収が大きく、光源光の利用効率が低下し、表示が暗くなるという問題がある。

【0013】本発明の目的は、明るい表示が可能な反射形の液晶表示装置を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、透明基板と、該透明基板に対向して配置され、透明基板側からの入射光を反射する反射手段を備えた対向基板との間に、液晶層を介在して構成される液晶表示素子と、前記液晶表示

(3)

4

素子の透明基板側に配置される導光板と、前記導光板の側面に配置される光源とを含み、導光板の屈折率を n とし、導光板の液晶表示素子とは反対側に位置する物質の屈折率を n_1 とし、導光板の液晶表示素子側に位置する物質の屈折率を n_2 とし、導光板の液晶表示素子とは反対側表面への光源光の入射角度を θ としたとき、

【0015】

【数1】 $n_1 < n \cdot \sin \theta < n_2$

の条件を満たすことを特徴とする液晶表示装置である。

【0016】

【作用】本発明に従えば、透明基板に対向して配置される対向基板側に反射手段が配置され、透明基板側から入射される光を反射する液晶表示素子を用いて光の透過/遮断を制御することによって表示が行われる。本発明の液晶表示装置は、液晶表示素子の透明基板側に導光板が配置され、該導光板の側面の外方側に光源が配置される。

【0017】このとき、光源光の前記導光板の液晶表示素子とは反対側内表面への入射角 θ は、上記数1の関係式を満たすように、すなわち全反射するように、かつ該反射光が導光板の液晶表示素子側内表面で全反射しないように設定される。したがって、光源光は、透明基板側、すなわち観測者側には出射せずに、液晶表示素子に入射される。この入射光は、反射板で反射され、液晶表示素子を透過した表示光のうち導光板での全反射条件に適合しない光のみが導光板を通過する。つまり、表示面となる透明基板から一定の距離に位置する観測者の目に到達する光は、通常全反射条件に適合しないため、問題なく表示を見ることができ、また、光源を消したとき、導光板は透明となり、透明基板側からの外光の入射の障害とはならず、外光に基づく表示が行われる。

【0018】このように導光板と光源とから成る光源装置は、液晶表示素子の前面（表示面）側に設置することができ、光源点灯時には均一で良好な照明が可能となり、光源消灯時には導光板は透明となり、外光の入射の障害とはならず、良好な表示を実現することができる。また、前記光源装置は、薄形平板状であり、偏光板と液晶表示素子との間に設置が可能である。この場合、光源装置を偏光板の外側に配置した従来の液晶表示装置に比べて、偏光板の通過回数が1回少なくなるため、偏光板による光の吸収が減少し、明るい表示を実現することができる。

【0019】

【実施例】図1は、本発明の一実施例である液晶表示装置60の構成を示す断面図である。液晶表示装置60は、一対の偏光板64a、64b間に液晶表示素子72を配置して構成される。液晶表示素子72は、ガラスなどから成る一対の透明基板65a、65b間に液晶層66を介在して構成される。本実施例では、液晶表示素子72は、後述するようにTF

T方式の液晶表示素子である。本実施例では、TFT方式を例に取り説明するが、これに限定されるものではなく、他の方式、たとえばMIM(Metal Insulator Metal)方式や単純マトリックス方式などでもよい。

【0020】偏光板64bの液晶表示素子72とは反対側には、反射板68が配置される。反射板68の液晶表示素子72側表面は、液晶表示素子72側からの入射光を均一に反射するために凹凸が形成される。

【0021】液晶表示素子72と偏光板64aとの間には、偏光板64aとの間に空気層71を介在して導光板61が配置される。導光板61の対向する側面の外方側には、それぞれランプ63a、63bが配置される。導光板61とランプ63a、63bとの間にはそれぞれコリメータ62a、62bが配置される。コリメータ62a、62bは、ランプ63a、63bからの出射光の、導光板61の上部表面61aへの入射角を制限する。導光板61および透明基板65a、透明基板65bおよび偏光板64b、偏光板64bおよび反射板68は、それぞれ透明接着剤67a、67b、67cによって接着されている。

【0022】ここで導光板61と、ガラス基板65aと、液晶層66と、透明基板65bと、偏光板64bと、透明接着剤67a、67b、67cとは、屈折率がほぼ等しくなるように材料を選択した。

【0023】ここでは、ランプ63a、63bから導光板61への入射光の入射角を制限するためにコリメータ62a、62bを用いたが、入射角を一定の範囲内に制限できれば、他の方法を用いてもかまわない。たとえば、ランプ63a、63bにスリットを取付けることによっても入射光を制限することは可能であり、またランプ63a、63bに近い部分などでは、導光板61への入射角度が小さく、全反射が起こらないため、導光板61表面から直接光源光が外へ漏れるが、この部分を遮蔽してもよい。また、導光板61の屈折率nを適当な値にすれば、導光板61に入射した光はすべて全反射条件を満たすことができる。この場合はコリメータは省略しても構わない。

【0024】また、必要に応じて導光板61の表面61a、61bのどちらか一方または両方に、反射防止膜、全反射を生じやすくするためのコーティング、あるいは傷などを防止するためまたは生じた傷を補修するためのコーティングなどを行うようにしてもよい。

【0025】また、反射板68および透明基板65b、または導光板61および透明基板65aが透明接着剤以外の手段で固定できれば、透明接着剤の代わりにシリコンオイルなどの充填剤を充填するようにしてもよい。

【0026】さらに、本実施例では透明基板65a上に導光板61を透明接着剤67aを用いて接着したが、導光板61を透明基板65aとして用いてもよい。すなわち、この場合は透明基板65aと透明接着剤67aとは

省略できる。

【0027】さらにまた、導光板61の上部表面61aの表面に導光板材料より屈折率の小さい材料をコーティングしてもよい。この場合は、コーティング剤の屈折率をn1、導光板61の屈折率をnとし、導光板61への光69aの入射角をθとすると、

【0028】

【数2】 $\sin \theta > n1/n$

を満たせば、導光板61に入射した光は、導光板61とコーティング剤との間で全反射するので偏光板64aを導光板61上に直接接着できる。さらに、導光板61と偏光板64aの屈折率を適当な値にすると、偏光板64aを導光板61上に直接接着できる。

【0029】図2は、液晶表示装置60の製造方法を説明する工程図である。ホウケイ酸ガラスを用いて透明基板65bを形成し、この透明基板65bの一方表面に一般的な手順でアモルファスシリコンTFT(Thin Film Transistor)を形成して絵素電極を行列状に形成する。その表面にポリイミドなどの樹脂を塗布し、ラビング処理を施して配向膜を形成する。工程a2では、ホウケイ酸ガラスなどを用いて透明基板65aを形成し、その一方表面に共通電極である透明電極(ITO: Indium Tin Oxide)と配向膜を形成する。

【0030】工程a3では、透明基板65a、65bを電極形成面が対向するように配置して、かつ基板間にスペーサを介在して貼合わせる。工程a4では、透明基板65a、65b間にTN(ツイステッドネマティック)液晶を封入する。ここでは、液晶はメルク社製のZLI-1565を使用した。他の液晶材料を用いても構わない。たとえば、有機高分子と液晶化合物とを複合化した液晶材料であるポリマー分散型液晶などを用いると偏光板が不要になるため、光の利用効率が向上する特徴をもっている。また、ゲスト・ホスト型の液晶材料を用いると偏光板は1枚で表示可能である。さらに、ゲスト・ホスト型のうちでも特にホワイトテナー型の液晶材料を用いると有機高分子と液晶化合物の複合化した液晶材料と同様に偏光板は不要になる。一方、TN液晶材料においても本実施例で示した材料以外にも多くの材料が知られており、他の材料を用いても構わない。

【0031】その後、工程a5では、偏光板64bをエポキシ系の透明接着剤67bで透明基板65bに接着する。続いて工程a6で、偏光板64bにエポキシ系の透明接着剤67cで、エアライン加工を施したA1反射板68を接着する。その後、工程a7で板厚約2.5mmのホウケイ酸ガラスを透明基板65a上に透明接着剤67aで接着し、導光板61とした。

【0032】本実施例ではA1反射板68を偏光板64bに接着した例を示したが、これに限定するものではない。たとえばECB(electrically controlled birefringence)型LC、ゲストホスト型LC、ホワイトテナー

一型ゲストホストLC、ポリマー分散型LC等を利用すると1対の偏光板64a、64bの内、偏光板64bが省略できるので、ガラス基板65b上に反射板を形成できる。

【0033】続いて工程a8で、導光板61の上部表面61aと約1mmの間隔をあけて偏光板64aを取付けた。これらを図示しないフレームに固定した後、工程a9において、コリメータ62a、62bとランプ63a、63bとを取付けた。

【0034】図3は、導光板61の動作を説明する図である。ランプ63a、63bから導光板61に入射する光には、導光板61の上部表面61aで反射する光69aと、直接反射板68方向へ入射する光69bとがある。ここで、導光板61の屈折率をnとすると、導光板61への光69aの入射角θが、

【0035】

【数3】 $\sin \theta > 1/n$

の条件を満たす場合、光69aは導光板61の上部表面61aで全反射し、反射板68方向へ入射する。本実施例では、導光板61としてガラスを用いたのでnは約1.5であり、したがって入射角θは42度以上である。本実施例では、導光板としてガラス板を用いたけれども、減衰なく均一に導光することができ、屈折率が適当な値であれば、ガラス以外の材料を用いてもよい。たとえばPMMA (polymethylmetacrylate)、CR-39樹脂、ポリカーボネイト、ポリ塩化ビニル、ポリエステル等の材料を用いてもよい。

【0036】一方、直接反射板68方向へ進んだ光69bは、光の通過する材料の屈折率が導光板61の屈折率にほぼ等しいため、反射、屈折などの影響を受けず、直進する。反射板68の反射面68aに到達した光は、反射面68aで乱反射され、均一化される。その後、接着剤67c、偏光板64b、接着剤67b、透明基板65b、液晶層66、透明基板65a、接着剤67a、導光板61、空気層71、偏光板64aを順次通過し、観測者70に到達する。このとき、光の均一性を向上する目的で、反射板68と偏光板64bとの間に、拡散板を置くこともできる。

【0037】また、導光板61から反射板68方向に出射する光を均一化する目的で導光板61を加工することも可能である。たとえば、導光板61の下部表面61bに屈折率の低い膜をコーティングし、エッチングによって部分的に除去することにより、導光板61から取出す光量を制御することができる。すなわち、表示装置全面で照明が均一になるように、ランプ63a、63b近傍ではコーティング膜を密に、またランプから離れた所は疎になるようにパターン形成することにより、導光板面内での光量の均一化が図れる。

【0038】図4は、本発明の原理を説明するための図である。図4(1)に示すように、導光板61の上部表

面61aに接する物質の屈折率をn1とし、導光板61の屈折率をnとし、導光板61の下部表面61bに接する物質の屈折率をn2とする。図4(2)に示すように、導光板61に入射する光の上部表面61a、下部表面61bへの入射角をθとすると、上部表面61aで全反射する条件は

【0039】

【数4】 $n \cdot \sin \theta > n_1$

である。また、下部表面61bで全反射しない条件は

【0040】

【数5】 $n \cdot \sin \theta < n_2$

である。

【0041】したがって、上部表面61aで全反射し下部表面61bで全反射しない条件は数4および数5から

【0042】

【数6】 $n_1 < n \cdot \sin \theta < n_2$

すなわち、

【0043】

【数7】

$\sin^{-1}(n_1/n) < \theta < \sin^{-1}(n_2/n)$

である。

【0044】ここで屈折率 n_2/n が大きいほど、また n_1/n が小さいほどθの範囲は広くなり、取出せる光量は増加する。また、 $n = n_2$ であるとき、 $n_2/n = 1$ となり、上部表面61aで全反射した光はほとんどすべて下部表面61bから出射し、また、液晶表示素子72などの下部構造物の屈折率が全てnと等しいときは、光は屈折せず直進する。

【0045】さらにまた、 $n < n_2$ であり、かつ液晶表示素子72などの下部構造物の屈折率が全て n_2 であるときは、図4(4)に示すように、下部表面61bでは屈折するが、その後は直進する。

【0046】以上のように本実施例によれば、光源装置を構成する導光板61、コリメータ62a、62bおよびランプ63a、63bを液晶表示素子72の前面(観測者70側)に配置することができる。これによって、反射形液晶表示装置において、周囲が暗い場合であっても光源を点灯することによって表示に必要な光が液晶表示素子72に与えられ見易い表示が可能となる。また、周囲が明るい場合は光源を消灯することによって導光板61は透明となり、外光だけでも充分に見易い表示を実現することができる。このように必要な場合のみ光源装置を作動することによって、消費電力を削減することができる。また、偏光板64aと液晶表示素子72との間に導光板61を配置することができるので、光が偏光板を通過する回数を1回減らすことができ、導光板61を偏光板64aの外側に配置する場合に比べてより明るい表示を実現することができる。

【0047】本実施例では、対向配置されるランプ63a、63bを用いたけれども、充分な光量を得られるな

らば、ランプは1つであってもよい。

【0048】さらに、従来技術である①照明ランプ方式と比較すると、均一性に優れた表示が得られる。さらにまた、従来技術である⑥透明反射方式と比較して、薄形、軽量かつ明るく均一性の優れた表示が得られる。

【0049】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、光源装置を構成する導光板および光源は、液晶表示素子の前面に設置可能であり、光源からの光が直接目に入ることはなく、液晶表示素子への均一な照明が可能となる。これによって、従来照明の難しかった反射形液晶表示装置における照明が可能となる。また、導光板は薄形であるため、反射形液晶表示装置を搭載した携帯用のOA機器に適している。加えて、周囲が明るく外光で照明可能などときは光源を消灯し、また周囲が暗いときは点灯するなど、必要に応じて点灯、消灯を選択することによって、消費電力の低減を行うことができる。このように、軽量、薄形で低消費電力の反射形液晶表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である液晶表示装置60の構成を示す断面図である。

【図2】液晶表示装置60の製造方法を説明する工程図である。

【図3】液晶表示装置60に備えられる導光板61の動作原理を説明するための図である。

【図4】本発明の原理を説明するための図である。

【図5】照明ランプ方式による液晶表示装置の構成例を示す断面図である。

【図6】反射鏡方式による液晶表示装置の構成例を示す断面図である。

【図7】平板形ランプ方式による液晶表示装置の構成例を示す図である。

【図8】導光板方式による液晶表示装置の構成例を示す断面図である。

【図9】透明反射板方式による液晶表示装置の構成例を示す断面図である。

【符号の説明】

60 液晶表示装置

61 導光板

62a, 62b コリメータ

63a, 63b ランプ

64a, 64b 偏光板

65a, 65b 透明基板

66 液晶層

67a, 67b, 67c 透明接着剤

68 反射板

69a, 69b 光源光

70 観測者

71 空気層

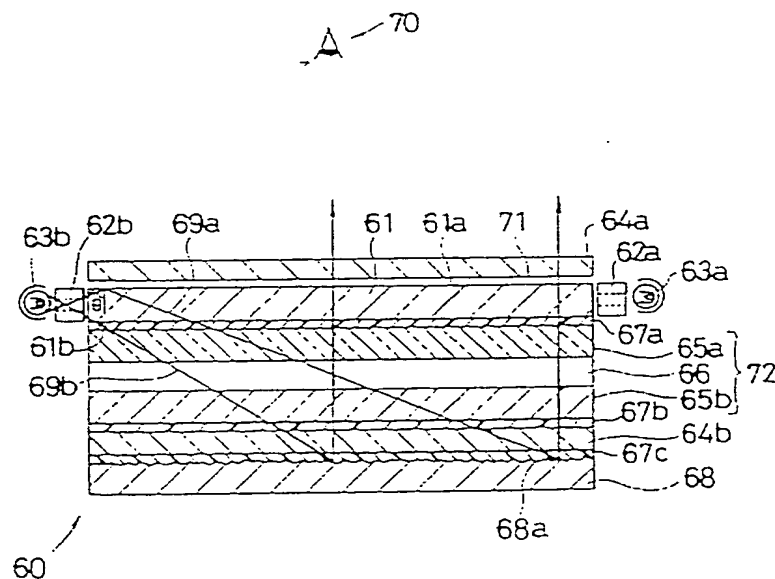
72 液晶表示素子

61a 上部表面

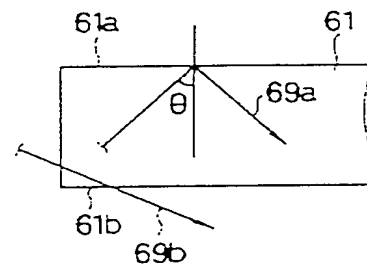
61b 下部表面

68a 反射面

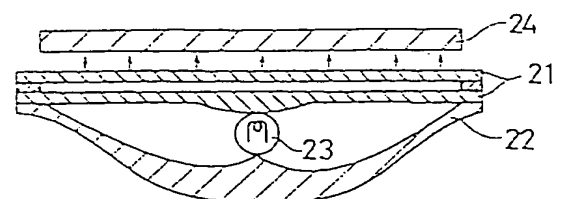
【図1】



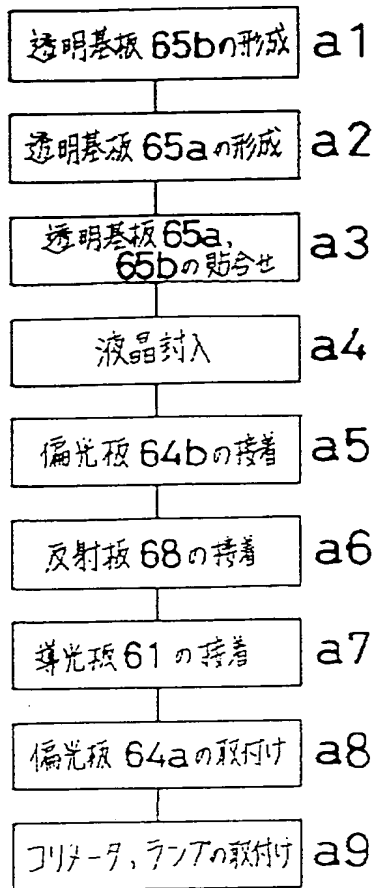
【図3】



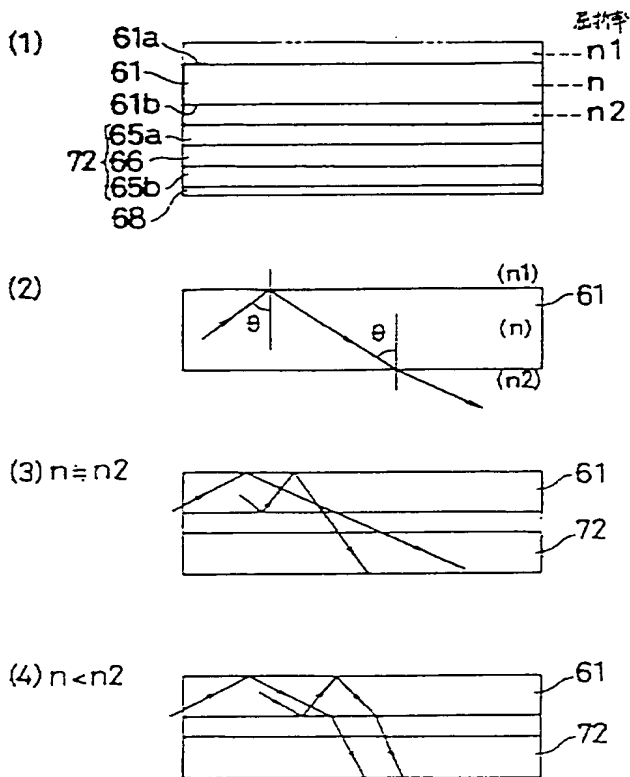
【図6】



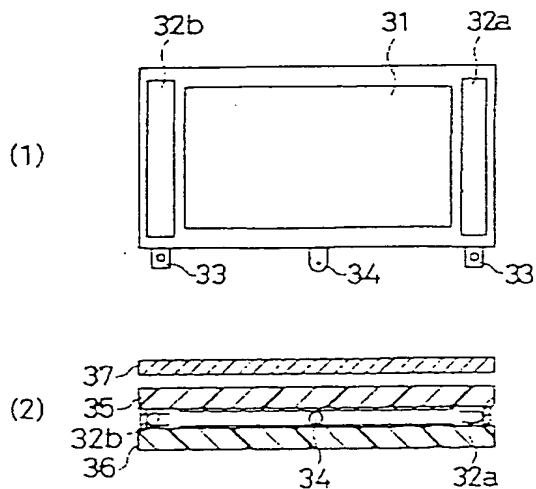
【図2】



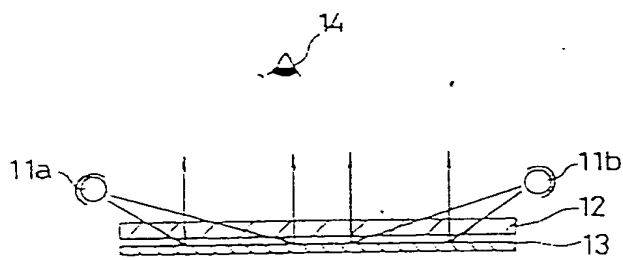
【図4】



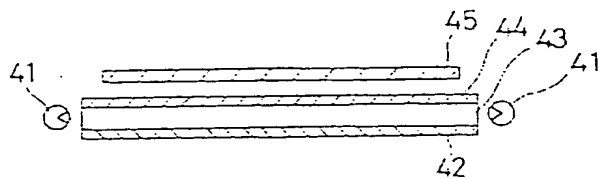
【図7】



【図5】



【図6】



【図9】

